

Grzyby występujące w pomieszczeniach klimatyzowanych. Część II

Fungi found in air-conditioned room. Part II

Elżbieta Płaskowska, Magdalena Korol, Rafał Ogórek

Zakład Fitopatologii i Mikologii, Katedra Ochrony Roślin, UP we Wrocławiu

STRESZCZENIE

Wprowadzenie: Pomieszczenia użytku publicznego charakteryzują się różną koncentracją i składem gatunkowym grzybów, który zależy od rodzaju użytkowego obiektu, jego wieku oraz obecności klimatyzacji.

Cel pracy: Ocena stopnia zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wybranych pomieszczeń użytku publicznego w zależności od włączonej lub nie klimatyzacji, poprzez określenie liczebności i składu gatunkowego grzybów.

Materiał i metody: Materiał do badań stanowiło powietrze pobrane z 6 pomieszczeń użytku publicznego. Analizę powietrza przeprowadzono metodą sedymentacyjną Kocha.

Wyniki: Analiza mikologiczna powietrza wykazała, że w badanych pomieszczeniach w drugim okresie badań (lipiec), gdy klimatyzacja była włączona ogólna liczba wyizolowanych grzybów była większa niż podczas okresu pierwszego, gdy klimatyzacja nie działała (kwiecień). Najczęściej spotykanymi i notowanymi we wszystkich miejscach badań byli przedstawiciele *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Rhizopus spp.* i *Cladosporium spp.* Natomiast rodzaje, takie jak: *Candida*, *Rhodotorula*, *Fusarium* występowały sporadycznie.

Wnioski: Klimatyzacja może przyczyniać się do większego zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego zarodnikami i strzępkami grzybnymi grzybów strzępkowych. Powietrze badanych pomieszczeń klimatyzowanych nie było silnie zanieczyszczone przez grzyby strzępkowe i drożdżakowe, dlatego czystość powietrza w tych pomieszczeniach można uznać za dobrą. Typ użytkowy pomieszczenia, jego metraż, włączenie lub nie klimatyzacji oraz liczba osób przebywających w pomieszczeniu mają wpływ na jakość mikologiczną powietrza.

SŁOWA KLUCZOWE: grzyby, klimatyzacja, zanieczyszczenia mikologiczne powietrza, budynki użytku publicznego

ABSTRACT

Introduction: Public rooms are characterized by different concentration and species composition of fungi, depending on the type of the public use object, its age, maintenance and the presence of air conditioning.

Aim of the study: The research objective was to evaluate the extent of mycological air pollution in selected rooms of the public use, depending on the air conditioning (AC) mode (on or off), by determining the number and species composition of fungi.

Material and methods: The study material was the air taken from 6 distinct spaces in a public building. The analysis was performed using the Koch sedimentation method.

Results: Air mycological analysis showed that in the second period of the research (in July), when the AC was on, the total number of fungi isolated in the studied rooms was higher than during the first period (in April), when the AC did not work. The most commonly found in all the places were the representatives of *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Rhizopus spp.* and *Cladosporium spp.* However, types such as *Candida*, *Rhodotorula*, *Fusarium* occurred sporadically.

Conclusions: Air conditioning may contribute to increased indoor air pollution by spores and scraps of mycelium of filamentous fungi. The air in the studied air-conditioned rooms was not heavily contaminated by filamentous fungi and yeasts, because clean air in these rooms can be considered good. The type of usable room, its area, the air conditioning (AC) mode (on or off) and the number of people staying in the room influence the quality of mycological air.

KEY WORDS: air condition, AC, mycological air pollution, public use buildings

ADRES DO KORESPONDENCJI:

Dr hab. Elżbieta Płaskowska
Zakład Fitopatologii i Mikologii
Katedra Ochrony Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy
pl. Grunwaldzki 24a
50-363 Wrocław
e-mail:
elzbieta.plaskowska@up.wroc.pl

Wprowadzenie

Powietrze wewnętrzne jest obiektem wielu badań, ponieważ wewnątrz budynków spędzamy najwięcej czasu [1]. Tworzy ono specyficzny mikroklimat, który różni się w swoim składzie od powietrza zewnętrznego. Ulega ono także zmianom jakościowym oraz ilościowym, nawet w bardzo krótkim czasie. Jakość powietrza wewnętrznego zależy od kilku czynników. Należą do nich m.in. źródło i rodzaj zanieczyszczeń, wymiana i ruch powietrza wewnątrz i na zewnątrz budynku oraz styl życia oraz poziom aktywności użytkowników pomieszczenia [2]. Jakość powietrza wewnętrznego zależy również od budynku, od technologii budownictwa, materiału, z jakiego wykonane jest wyposażenie wnętrza, a także od szczelności okien czy jakości wentylacji pomieszczeń [3].

W budynkach mieszkalnych, a szczególnie w budynkach użyteczności publicznej, coraz częściej stosowane są urządzenia klimatyzacyjne. Urządzenia takie czerpią powietrze zewnętrzne, które poddawane jest uzdatnianiu, by usunąć obecne w nim zanieczyszczenia. Oczyszczanie powietrza zewnętrznego jest możliwe dzięki filtracji za pomocą filtrów włókninowych [4]. Dodatkową funkcją klimatyzacji jest również nawilżanie powietrza. Często jednak poziom wilgotności nie jest odpowiedni, dlatego wiele osób pracujących w klimatyzowanych pomieszczeniach skarży się na objawy „suchego oka”, suchość skóry czy gardła [5].

Zbyt długa eksploatacja filtrów lub brak ich czyszczenia może prowadzić do kumulacji w nich mikroorganizmów. W przypadku zarodników i strzępek grzybni wilgotne filtry są bardzo dobrym środowiskiem do ich rozwoju. W konsekwencji nagromadzony materiał może ulec oderwaniu, a następnie rozprowadzeniu przez strumień powietrza po całej instalacji klimatyzacyjnej, skąd trafia do pomieszczeń, które obsługuje. Szczególnie ma to miejsce po okresie, gdy urządzenie jest wyłączone, np. w czasie zimy lub po przerwie weekendowej [6].

Do rozwoju i przeżycia mikroorganizmów w instalacjach klimatyzacyjnych potrzebna jest obecność wody oraz źródło węgla. Węgiel organiczny dostępny jest w materiale, z którego zrobione są filtry (celuloza, włóknina), woda natomiast pochodzi z napływającego powietrza zewnętrznego lub części urządzeń, takich jak skraplacze czy zraszacze [4].

Pierwszy przypadek szkodliwego wpływu klimatyzacji na zdrowie człowieka zanotowano w 1976 r. Podczas zjazdu amerykańskich weteranów wojennych w Filadelfii 221 uczestników zapadło na nieznaną chorobę (w tym 34 zmarło). Została ona później nazwana „chorobą legionistów”, czyli legionelozowym zapaleniem płuc. Wywoływana jest przez bakterię *Legionella pneumophila* Brenner DJ, Steigerwalt AG, McDade JE, 1979 (lub inne pałeczki z rodzaju *Legionella*) i objawia się najczęściej jako ciężkie zapalenie płuc, często obustronne, z wysoką gorączką (powyżej 38°C), splątaniem umysłowym (amencja), a nawet utratą przytomności (lub innymi objawami ze strony układu nerwowego), kaszlem lub niewydolnością oddechową. Często obserwuje się też objawy ze strony układu pokarmowego: biegunkę, nudności i wymioty. Bakteria ta bytuje w przewodach klimatyzacyjnych, nawilżaczach, rozpylaczach prysznicowych, jacuzzi i innych urządzeniach wytwarzających aerozol wodno-powietrzny [5].

Zanieczyszczenia mikologiczne pomieszczeń zamkniętych mogą wywierać niekorzystny wpływ na organizm ludzki. Stałe przebywanie w takich pomieszczeniach może doprowadzić do różnego rodzaju chorób i dolegliwości. Zykubek [7] wskazuje trzy typy nega-

tywnych oddziaływań grzybów pleśniowych na zdrowie człowieka. Należą do nich grzybice, mikotoksykozy oraz reakcje alergiczne.

Grzybice są to choroby wywołane przez grzyby zasiedlające powierzchnię skóry (mówi się wtedy o grzybiczy skórnej) lub rozwijające się wewnątrz organizmu człowieka (grzybica narządowa). Grzybice najczęściej powodowane są przez grzyby drożdżakowe i grzyby z rodzaju *Aspergillus*. Szczególnym rodzajem grzybicy są zakażenia wywołane przez dermatofity. Są to grzyby atakujące wyłącznie skórę, paznokcie i włosy. Grzyby powodujące zakażenia dermatofitowe należą do rodzajów *Microsporum* (atakuje włosy i naskórek), *Epidermophyton* (atakuje paznokcie i naskórek) oraz *Trichophyton* (powoduje grzybice paznokci, naskórka i włosów) [8].

Mikotoksykozy są schorzeniami powodowanymi przez mikotoksyny grzybów. Do schorzeń tych należą ostre zatrucia, które mają miejsce najczęściej po spożyciu produktów skażonych mikotoksynami, a także zatrucia podostre i przewlekłe, które są znacznie częstsze. Mikotoksynami nazywamy wtórne metabolity różnych grzybów, które mogą być trujące dla roślin, zwierząt i człowieka [9]. Ocenia się, że 350 gatunków grzybów wytwarza aż 400 różnych związków toksycznych. Do najsilniejszych toksyn grzybiczych należą aflatoksyna, ochratoksyna A, fumonizyna, deoksynivalenol oraz zearalenon. Są one produkowane przez różne gatunki grzybów z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium* oraz *Fusarium* [10].

Trzecim rodzajem oddziaływania są reakcje alergiczne. Mogą to być zmiany skórne, podrażnienia błon śluzowych, przewlekły katar czy kaszel. Najczęstszymi alergenami są grzyby z rodzajów *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium* i *Aspergillus*. Jednak stężenie grzybów uważanych za nieszkodliwe (np. *Acremonium spp.*, *Trichoderma spp.*) dla zdrowia jest bardzo duże, to mogą się one okazać o wiele bardziej szkodliwe, niż grzyby chorobotwórcze występujące w mniejszych stężeniach [7].

W literaturze [3, 11, 12] najczęściej wymienianymi grzybami strzępkowymi bytującymi w powietrzu wewnętrznym są grzyby z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* oraz *Rhizopus*. Grzyby te występują powszechnie w rozmaitych środowiskach: w glebie, w kurzu domowym i w produktach żywnościowych. Przedstawiciele z rodzaju *Aspergillus* najczęściej zasiedlają nasiona roślin oleistych, orzechy ziemne i ziarno kukurydzy. *Cladosporium spp.* jest uznawany za rodzaj grzybów powodujący największe straty ekonomiczne w przemyśle rolnym. Powoduje psucie się świeżo zebranych warzyw i owoców, przez wnika- nie do ich uszkodzonych tkanek. Przedstawiciele z rodzaju *Penicillium* zasiedlają ziarno zbóż podczas przechowywania, często też infekują warzywa i owoce [13]. Grzyby z rodzaju *Fusarium* mogą być przyczyną wielu chorób roślin uprawnych, np. fuzariozy kłósów zbóż oraz zgorzeli siewek różnych roślin. *Alternaria spp.* powoduje alternariozy, przyczynia się także do szybkiego gnicia warzyw, szczególnie pomidorów i papryki.

Cel pracy

Ocena stopnia zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wybranych pomieszczeń użytku publicznego w zależności od włączonej lub nie klimatyzacji, przez określenie liczebności i składu gatunkowego grzybów.

Materiał i metody

Badania zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wykonano w dwóch terminach. W pierwszym terminie (kwiecień 2010 r.)

Tabela I: Warunki panujące w badanych pomieszczeniach podczas pierwszego terminu badań

Table I: Conditions in the tested rooms during the first term of the research

Nazwa instytucji Name of institution	Nazwa pomieszczenia Name of the room	Liczba wystawionych szalek Number of Petri plates exposed	Średnia temperatura powietrza [°C] Average air temperature [°C]		Średnia wilgotność względna powietrza [%] Average relative humidity of air [%]	
			wewnątrz indoor	na zewnątrz outside	wewnątrz indoor	na zewnątrz outside
Zespół Ochrony Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu Team of Forest Protection, Regional Directorate of State Forests in Wrocław	Laboratorium Laboratory	8	20	14	63	79
	Sala konferencyjna Conference Hall	8			64	
Zakład Fitopatologii i Mikologii Division of Plant Pathology and Mycology	Pokój pracowników – 1 Work room – 1	12	19	16	68	70
	Pokój pracowników – 2 Work room – 2	12			67	
Biuro rachunkowe Accounting Office	Pokój – 1 / Room – 1	4	21	16	66	82
	Pokój – 2 / Room – 2	4			67	
Wypożyczalnia DVD DVD Rental	Sala główna The main hall	12	18	15	68	68
Sklep spożywczy „Delikatesy” Grocery shop „Delikatesy”	Sala główna The main hall	16	21	16	67	82

Tabela II: Warunki panujące w badanych pomieszczeniach podczas drugiego terminu badań

Table II: Conditions in the tested rooms during the second term of the research

Nazwa instytucji Name of institution	Nazwa pomieszczenia Name of the room	Liczba wystawionych szalek Number of Petri plates exposed	Średnia temperatura powietrza [°C] Average air temperature [°C]		Średnia wilgotność względna powietrza [%] Average relative humidity of air [%]	
			wewnątrz indoor	na zewnątrz outside	wewnątrz indoor	na zewnątrz outside
Zespół Ochrony Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu Team of Forest Protection, Regional Directorate of State Forests in Wrocław	Laboratorium Laboratory	8	21	25	66	77
	Sala konferencyjna Conference Hall	8				
Zakład Fitopatologii i Mikologii Division of Plant Pathology and Mycology	Pokój pracowników – 1 Work room – 1	12	21	23	66	76
	Pokój pracowników – 2 Work room – 2	12				
Biuro rachunkowe Accounting Office	Pokój – 1 / Room – 1	4	20	27	61	74
	Pokój – 2 / Room – 2	4				
Wypożyczalnia DVD DVD Rental	Sala główna The main hall	12	21	26	68	72
Sklep spożywczy „Delikatesy” Grocery shop „Delikatesy”	Sala główna The main hall	16	21	27	60	74

urządzenia klimatyzacyjne nie były uruchomione, a w drugim terminie (lipiec 2010 r.) działały.

W każdym z budynków użytku publicznego, wyznaczono pomieszczenia do wykonania pomiarów zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza:

a) Zespół Ochrony Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu – pomiary wykonano w laboratorium (16 m²) i sali konferencyjnej (30 m²),

b) Zakład Fitopatologii i Mikologii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – pomiary wykonano w dwóch pokojach pracowników, każdy o metrażu 32 m²,

c) Biuro rachunkowe (Lwówek Śląski) – pomiary wykonano w pokojach biurowych o powierzchni 16 i 18 m²,

d) Wypożyczalnia DVD (Wrocław) – pomiary wykonano w sali głównej (30 m²),

e) Sklep spożywczy „Delikatesy” (Lwówek Śląski) – pomiary wykonano w sali głównej (120 m²).

Powietrze w pomieszczeniach badano metodą sedymentacyjną Kocha. Czas ekspozycji szalek z pożywką PDA (*Potato Dextrose Agar*) wynosił 60 min. W tym czasie zmierzono temperaturę i wilgotność wewnątrz badanych pomieszczeń oraz na zewnątrz budynków za pomocą termohigrometru AB-171 Data Logger (Abtronic).

W badanych pomieszczeniach szalki ustawiano na wysokości 1 metra. Liczba punktów pomiarowych zależała od powierzchni pomieszczenia. Małe pomieszczenia (1-30 m²) – 1 punkt pomiarowy, średnie (31-60 m²) – 3 punkty i duże (60-120 m²) – 4 punkty. Szalki zawsze znajdowały się możliwie naprzeciw wylotu powietrza z klimatyzatora, w każdym punkcie pomiarowym wystawiano po cztery szalki.

Tabela III: Informacje na temat wybranych pomieszczeń

Table III: Information on selected rooms

Nazwa instytucji Name of institution	Nazwa pomieszczenia Name of the room	Rok powstania budynku Year of the bulding construction	Metraż [m ²] Area [m ²]	Data montażu klimatyzacji Date of installation of the air conditioning	Typ klimatyzacji Type of the air conditioning	Częstość sprzątanía Frequency of cleaning	Liczba pracowników w pomieszczeniu Number of employees in the room
Zespół Ochrony Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu Team of Forest Protection, Regional Directorate of State Forests in Wrocław	Laboratorium Laboratory	1980	16	2006	Split	Raz w tygodniu Once a week	2
	Sala konferencyjna Conference Hall		30			Raz w tygodniu Once a week	–
Zakład Fitopatologii i Mikologii Division of Plant Pathology and Mycology	Pokój pracowników – 1 Work room – 1	2004	32	2010	Split	Codziennie Daily	1
	Pokój pracowników – 2 Work room – 2		32			Codziennie Daily	2
Biuro rachunkowe Accounting Office	Pokój – 1 Room – 1	1880	16	2004	Split	Raz w tygodniu Once a week	1
	Pokój – 2 Room – 2		18			Raz w tygodniu Once a week	1
Wypożyczalnia DVD DVD Rental	Sala główna The main hall	1970	30	2008	Kompakt Compact	Codziennie Daily	2
Sklep spożywczy „Delikatesy” Grocery shop „Delikatesy”	Sala główna The main hall	1970	120	2007	Kompakt Compact	Codziennie Daily	5

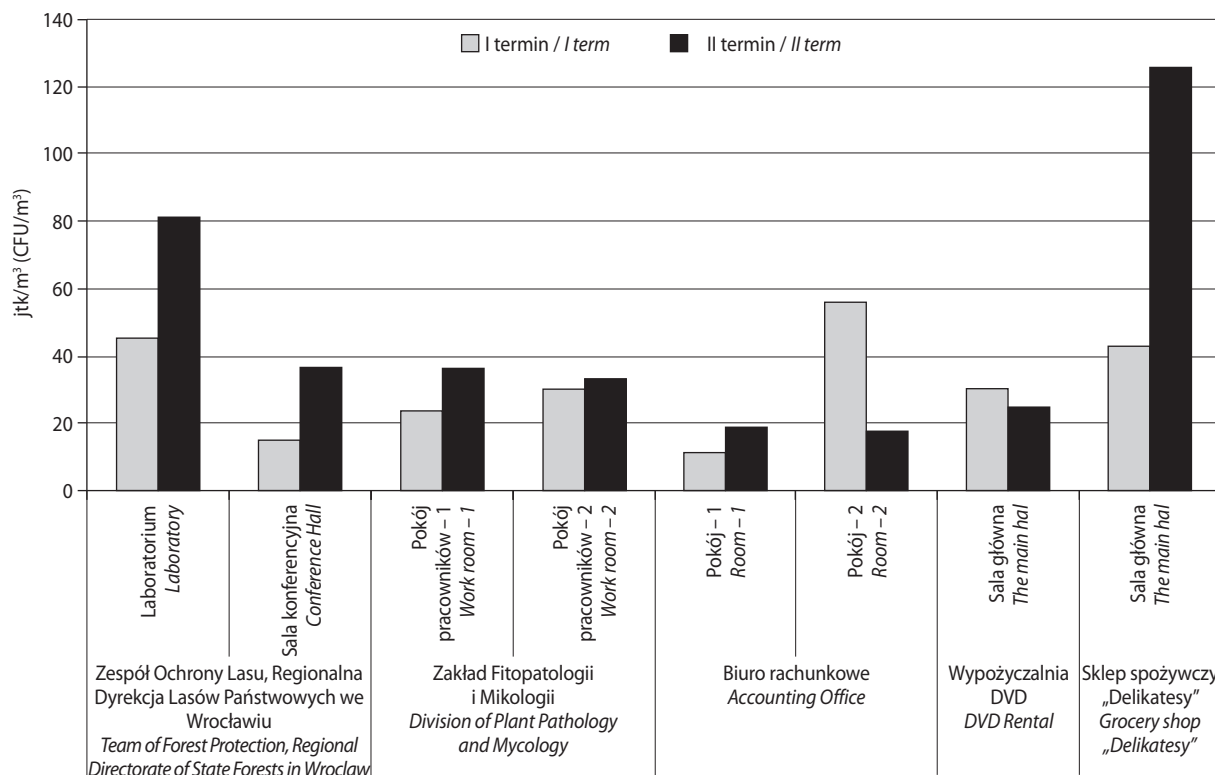
Szalki Petriego (o średnicy 90 mm) po okresie ekspozycji na powietrze inkubowano w temperaturze pokojowej (~22°C) przez 14 dni. Po tym czasie przeszczepiano wyrosłe kolonie na skosy zawierające pożywkę PDA. Skosy inkubowano przez 14 dni. Wyosobnione kolonie grzybów oznaczano do gatunków wg dostępnych monografii: Raper, Fennel [14], Raper, Thom [15], Sutton [16], Nelson i wsp. [17]. Do oznaczenia grzybów z rodzajów *Penicillium* i *Aspergillus* użyto podłoża maltozowego, firmy Biocorp, oraz pożywki Czapek Doxa Agar, firmy Biocorp.

Zawartości zarodników grzybów w badanym powietrzu obliczano zgodnie ze wzorem podanym przez Muszyńskiego i wsp. [18]:

$$X = a \times 100 \times 100 / \pi r^2 \times 0,2 \times t$$

gdzie:

X – liczba zarodników w metrze sześciennym [jtk/m³]; a – średnia liczba kolonii na powierzchni podłoża [jtk]; πr^2 – pole powierzchni szalki Petriego [cm²]; 0,2 – współczynnik przeliczeniowy, uwzględniający, że w ciągu 5 min na szalkę spadają wszystkie zarodniki z wysokości 1 m; t – czas ekspozycji [min].

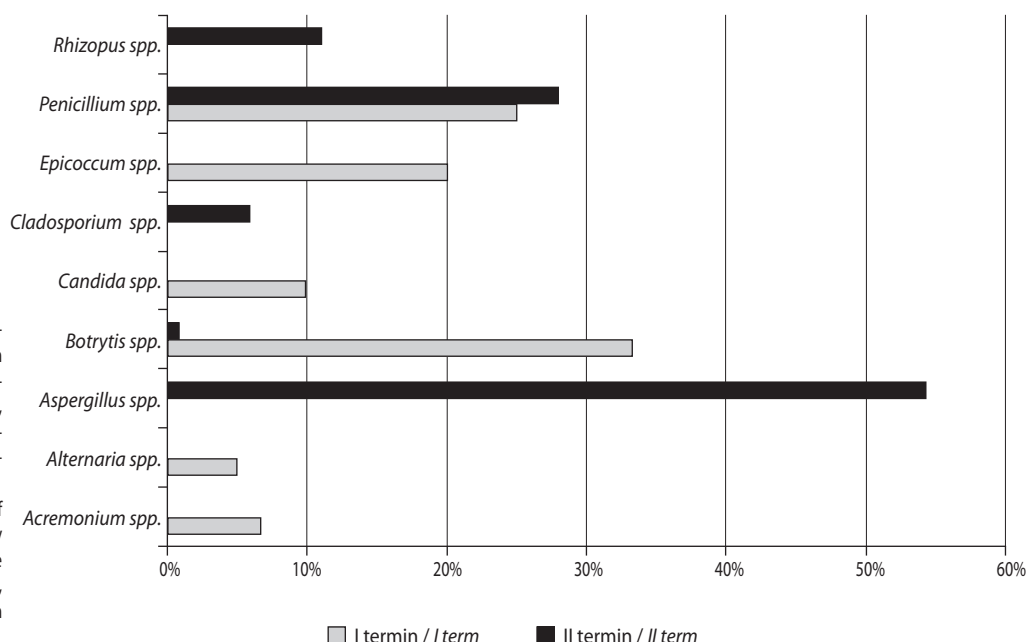


Ryc. 1. Ogólna liczba grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń w poszczególnych budynkach na podłożu PDA, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 1. Total number of fungi isolated from the study rooms in particular buildings on Potato Dextrose Agar on two sampling dates

Ryc. 2. Procentowy udział rodzajów grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w pomieszczeniach Zespołu Ochrony Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 2. The percentage proportion of genus of the fungi isolated from the study rooms on Potato Dextrose Agar in the rooms of the Team of Forest Protection, Regional Directorate of State Forests in Wrocław on two sampling dates



Wyniki

W przeprowadzonych badaniach temperatura i wilgotność powietrza wewnątrz budynków była podobna w obu terminach pobierania prób (kwiecień, lipiec). Pomieszczenia różniły się pod względem roku powstania, metrażu, częstości sprzątania i liczby przebywających pracowników, co miało wpływ na jakość mikologiczną powietrza wewnątrz nich (tab. I-III).

Analiza mikologiczna powietrza wykazała, że w badanych pomieszczeniach w drugim okresie badań (lipiec), gdy klimatyzacja była włączona, ogólna liczba izolowanych grzybów była większa niż podczas okresu pierwszego. Wyjątek stanowiło pomieszczenie w biurze rachunkowym (pokój – 2) i wypożyczalni DVD. Najwięcej jednostek tworzących kolonie w 1 m³ powietrza wyizolowano z pomieszczenia, sklepu spożywczego „Delikatesy” (drugi okres badań), a najmniej z pomieszczenia biura rachunkowego (pierwszy okres badań) (ryc. 1).

Występowała również różnorodność pod względem wyizolowanych rodzajów oraz gatunków grzybów. Najczęściej spotykanymi i notowanymi we wszystkich miejscach badań byli przedstawiciele: *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Rhizopus spp.* i *Cladosporium spp.* Natomiast rodzaje, takie jak: *Candida*, *Rhodotorula*, *Fusarium*, występowały sporadycznie. W drugim okresie badań (włączona klimatyzacja) widoczny był duży wzrost liczby grzybów z rodzaju *Cladosporium* (ryc. 2-6).

W pomieszczeniach Zespołu Ochrony Lasów, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu podczas pierwszego okresu badań dominowały grzyby z rodzaju *Botrytis*, a podczas drugiego *Aspergillus spp.*, które stanowiły odpowiednio 36 i 52% ogółu wyizolowanych grzybów. Grzyby z rodzajów *Acremonium*, *Alternaria*, *Candida* i *Epicoccum* były izolowane tylko przy wyłączonej klimatyzacji. Natomiast grzyby z rodzajów *Aspergillus*, *Cladosporium* i *Rhizopus* zostały wyizolowane tylko w okresie drugim badań, gdy klimatyzacja działała (tab. IV).

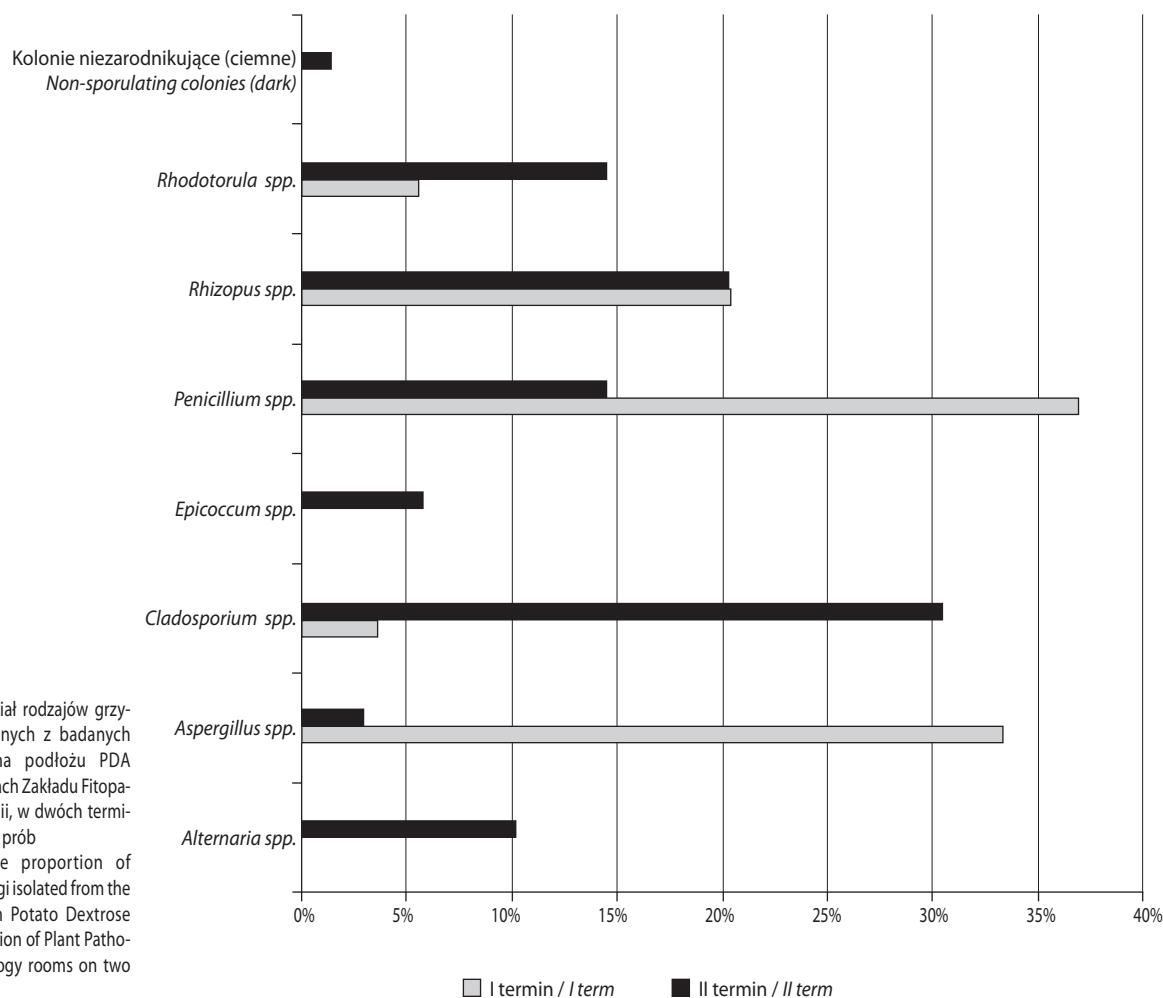
W czasie, gdy była włączona klimatyzacja (drugi okres badań), w pomieszczeniach Zakładu Fitopatologii i Mikologii najliczniej

Tabela IV: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w pomieszczeniach Zespołu Ochrony Lasu, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu

Table IV: Evaluation of air mycological pollution in the selected rooms of the Team of Forest Protection, Regional Directorate of State Forests in Wrocław on Potato Dextrose Agar

Gatunek grzyba Fungus species	jtk/m ³ (jednostki tworzące kolonie/m ³) CFU / m ³ (colony forming unit/m ³)			
	Laboratorium Laboratory		Sala konferencyjna Conference Hall	
	I termin I term	II termin II term	I termin I term	II termin II term
<i>Acremonium spp.</i>	–	–	4	–
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	3	–	–	–
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	–	49	–	15
<i>Botrytis bryzophila</i> Pers.	–	–	–	1
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	20	–	–	–
<i>Candida albicans</i> Berkhout	–	–	6	–
<i>Cladosporium cladosporioides</i> Vries	–	2	–	5
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	12	–	–	–
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	–	–	2	–
<i>Penicillium chrysogenum</i> Westling	3	–	3	–
<i>Penicillium nova-zeelandie</i> Beyma	–	17	–	9
<i>Penicillium purpogeum</i> Fleroff	–	7	–	–
<i>Penicillium restrictum</i> Gilman	7	–	–	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill	–	6	–	7
Razem Total	45	81	15	37
	178			

występowały grzyby z rodzaju *Cladosporium* – ponad 30% ogółu wyizolowanych kolonii. Natomiast, gdy klimatyzacja była wyłączona, najliczniej występowały *Penicillium spp.* – ponad 35%



Ryc. 3. Procentowy udział rodzajów grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w pomieszczeniach Zakładu Fitopatologii i Mikologii, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 3. The percentage proportion of genus of the fungi isolated from the study rooms on Potato Dextrose Agar in the Division of Plant Pathology and Mycology rooms on two sampling dates

ogółu w izolowanych grzybów. Grzyby z rodzajów *Alternaria* i *Epicoccum* były izolowane z powietrza tylko podczas drugiego okresu badań, przy włączonej klimatyzacji (ryc. 3).

W pomieszczeniach Biura Rachunkowego w pierwszym okresie badań izolowano grzyby z rodzaju *Mortierella* z pokoju drugiego i *Acremonium* z pokoju pierwszego. Grzyby z rodzajów *Mortierella* i *Penicillium* dominowały w pierwszym okresie badań, natomiast grzyby z rodzaju *Cladosporium* w drugim okresie badań (tab. VI, ryc. 6).

Grzyby z rodzaju *Penicillium*, które stanowiły 40% ogółu izolatów, dominowały w pierwszym okresie badań w pomieszczeniach wypożyczalni DVD. Natomiast w drugim okresie badań licznie izolowano z powietrza *Aspergillus* spp. i *Rhizopus* spp., które stanowiły po 28% wszystkich uzyskanych grzybów. Grzyby z rodzajów *Acremonium*, *Fusarium* i *Penicillium* występowały tylko w pierwszym okresie badań (ryc. 5).

W pomieszczeniach Sklepu spożywczego „Delikatesy” podczas pierwszego okresu badań dominowały grzyby z rodzaju *Penicillium*, a podczas drugiego *Cladosporium* spp., które stanowiły odpowiednio 9,5 i 26% ogółu wyizolowanych grzybów. Grzyby z rodzajów *Alternaria*, *Candida*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Rhizopus* i *Rhodotorula* były izolowane tylko przy włączonej klimatyzacji. Natomiast grzyby z rodzajów *Aspergillus* i *Mortierella* zostały wyizolowane tylko w pierwszym okresie badań, gdy nie działała klimatyzacja (tab. VIII, ryc. 6).

Omówienie

Obecnie urządzenia klimatyzacyjne coraz częściej stają się standardowym wyposażeniem pomieszczeń użytku publicznego i mieszkalnego [4]. Charkowska [3] podaje, że źle zaprojektowana instalacja lub zaniedbania w jej konserwacji mogą doprowadzić do tego, że staną się one źródłem zanieczyszczeń, m.in. mikologicznych. Człowiek przeciętnie spędza w pomieszczeniu zamkniętym 80% swojego czasu [19]. Ponad 70% zanieczyszczeń biologicznych powietrza stanowią grzyby, które mogą być przyczyną wielu dolegliwości zdrowotnych [1, 3, 20]. Biorąc ten fakt pod uwagę, należy stwierdzić, iż monitoring czystości mikologicznej powietrza jest bardzo ważny.

Analiza wyników badań potwierdziła doniesienia Pląskowskiej i wsp. [21], że włączone urządzenia klimatyzacyjne mogą przyczynić się do zwiększenia zanieczyszczenia mikologicznego powietrza wewnątrz pomieszczeń. Charkowska [3] donosi, że są elementy instalacji klimatyzacyjnej, których zanieczyszczenia mogą prowadzić do pogorszenia jakości powietrza wewnętrznego. Do elementów tych należą m.in. powierzchnie przewodów, nawilzacze, obudowa urządzenia, a także chłodnice powietrza, wokół których odkryto duże stężenia bioaerozolu, a wśród nich zarodniki, takich grzybów jak: *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp. i *Aspergillus* spp.

Price [22] donosi, że poza ww. rodzajami najczęściej izolowanymi z powierzchni filtrów urządzeń klimatyzacyjnych przedsta-

Tabela V: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w pomieszczeniach Zakładu Fitopatologii i Mikologii

Table V: Evaluation of air mycological pollution in the selected rooms on Potato Dextrose Agar in the Division of Plant Pathology and Mycology rooms

Gatunek grzyba Fungus species	jtk/m ³ (jednostki tworzące kolonie/m ³) CFU/m ³ (colony forming unit/m ³)			
	Pokój pracowników – 1 Work room – 1		Pokój pracowników – 2 Work room – 2	
	I termin I term	II termin II term	I termin I term	II termin II term
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	–	3	–	4
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	4	–	14	–
<i>Aspergillus spinulosus</i> Warcup	–	–	–	2
<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries	–	6	2	10
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	–	5	–	–
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	4	–	–
<i>Penicillium bifforme</i> Thom	–	6	–	–
<i>Penicillium cyaneofulvum</i> Biourge	–	–	2	–
<i>Penicillium herquei</i> Bainier i Sartory	7	–	–	–
<i>Penicillium chrysogenum</i> Westling	6	–	3	–
<i>Penicillium purpurogenum</i> Fleroff	–	–	2	–
<i>Penicillium varians</i> G. Sm.	–	–	–	4
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill.	6	7	5	7
<i>Rhodotorula rubra</i> Harrison	1	4	2	1
<i>Rhodotorula glutinis</i> Harrison.	–	–	–	5
Kolnie niezarodnikujące (ciemne) Non-sporulating colonies (dark)	–	1	–	–
Razem Total	24	36	30	33
	123			

wicielami są także: *Alternaria spp.*, *Acremonium spp.*, *Cladosporium spp.* oraz *Penicillium spp.* Analiza mikologiczna potwierdziła, że włączone urządzenia klimatyzacyjne przyczyniają się do zwiększenia liczby zarodników grzybów z rodzaju *Cladosporium* oraz w niektórych wypadkach z rodzaju *Aspergillus*. Jednak w badanych pomieszczeniach nie stwierdzono przekroczenia norm podanych przez WHO (World Health Organization), które wynoszą 500 jtk/m³.

W pomieszczeniach zamkniętych, nie biorąc pod uwagę klimatyzacji, najczęściej występują grzyby z rodzajów *Aspergillus*, *Cladosporium* i *Penicillium*, a w mniejszych ilościach *Acremonium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Botrytis*, *Rhizopus*, *Stachybotrys*, *Candida* oraz inne [1, 11, 23-25]. W badanych pomieszczeniach z wymienionych grzybów nie występował tylko rodzaj *Stachybotrys*.

Pląskowska i wsp. [21] donoszą, że typ użytkowy pomieszczenia, jego metraż, włączenie lub nie klimatyzacji oraz liczba osób przebywających w pomieszczeniu mają wpływ na jakość mikolo-

Tabela VI: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w pomieszczeniach biura rachunkowego

Table VI: Evaluation of air mycological pollution in the selected rooms on Potato Dextrose Agar in the Accounting Office

Gatunek grzyba Fungus species	jtk/m ³ (jednostki tworzące kolonie/m ³) CFU/m ³ (colony forming unit/m ³)			
	Pokój – 1 Room – 1		Pokój – 2 Room – 2	
	I termin I term	II termin II term	I termin I term	II termin II term
<i>Acremonium spp.</i>	6	–	–	–
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	–	3	–	–
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	–	–	2	–
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	–	–	–	1
<i>Candida albicans</i> Berkhout	2	–	–	–
<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries	–	7	–	7
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	6	–	–
<i>Mortierella pusilla</i> Oudem.	–	–	31	–
<i>Penicillium camemberti</i> Sopp	–	–	5	–
<i>Penicillium corylophilum</i> Dierckx	–	–	–	3
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom	–	–	3	–
<i>Penicillium lanosum</i> Westling	–	–	5	–
<i>Penicillium restrictum</i> Gilman	–	–	5	–
<i>Penicillium verruculosum</i> Peyronel	–	–	2	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill.	–	3	–	3
<i>Rhodotorula rubra</i> Harrison	–	–	3	4
Kolnie niezarodnikujące (jasne) Non-sporulating colonies (bright)	3	–	–	–
Razem Total	11	19	56	18
	104			

giczną powietrza. Podwierdzają to częściowo wyniki przeprowadzonych badań. Najwięcej jednostek tworzących kolonie w 1 m³ powietrza wyizolowano z pomieszczeń klimatyzowanych Sklepu spożywczego „Delikatesy” podczas włączonej klimatyzacji. Budynek ten powstał, jako jeden z najstarszych, przebywa w nim najwięcej ludzi oraz charakteryzuje się największym metrażem. Podtwierdzałoby to również doniesienia Krajewskiej-Kuła i wsp. [26], którzy podają, że do najważniejszych czynników warunkujących czystość mikologiczną powietrza należą: zarówno obszar geograficzny, pora roku, rodzaj pomieszczenia (otwarte, zamknięte), jak i jego typ użytkowy (pokój pracowniczy, fabryka, placówka ochrony zdrowia).

Wśród wyizolowanych z powietrza badanych pomieszczeń znalazły się zarówno grzyby wywołujące ciężkie schorzenia, jak i alergię. Do pierwszej grupy zalicza się przede wszystkim grzyby z rodzajów: *Aspergillus* (aspergiloza płuc, zatok, rogówki, oczodołu, skóry, paznokci, przewodu słuchowego zewnętrznego), *Rhizopus* (mukormikoza płuc, zatok, uogólniona), *Fusarium* (uogólniona fusarioza) oraz drożdżaki z rodzaju *Candida* (kandydozy błon jamy ustnej, gardła, narządów płciowych, wyprzenia, rozsiana i układowa kandydoza) [27, 28]. Drugą grupę stanowią patogeny będące alergenami, przynależą tu zarówno grzyby zaliczane do

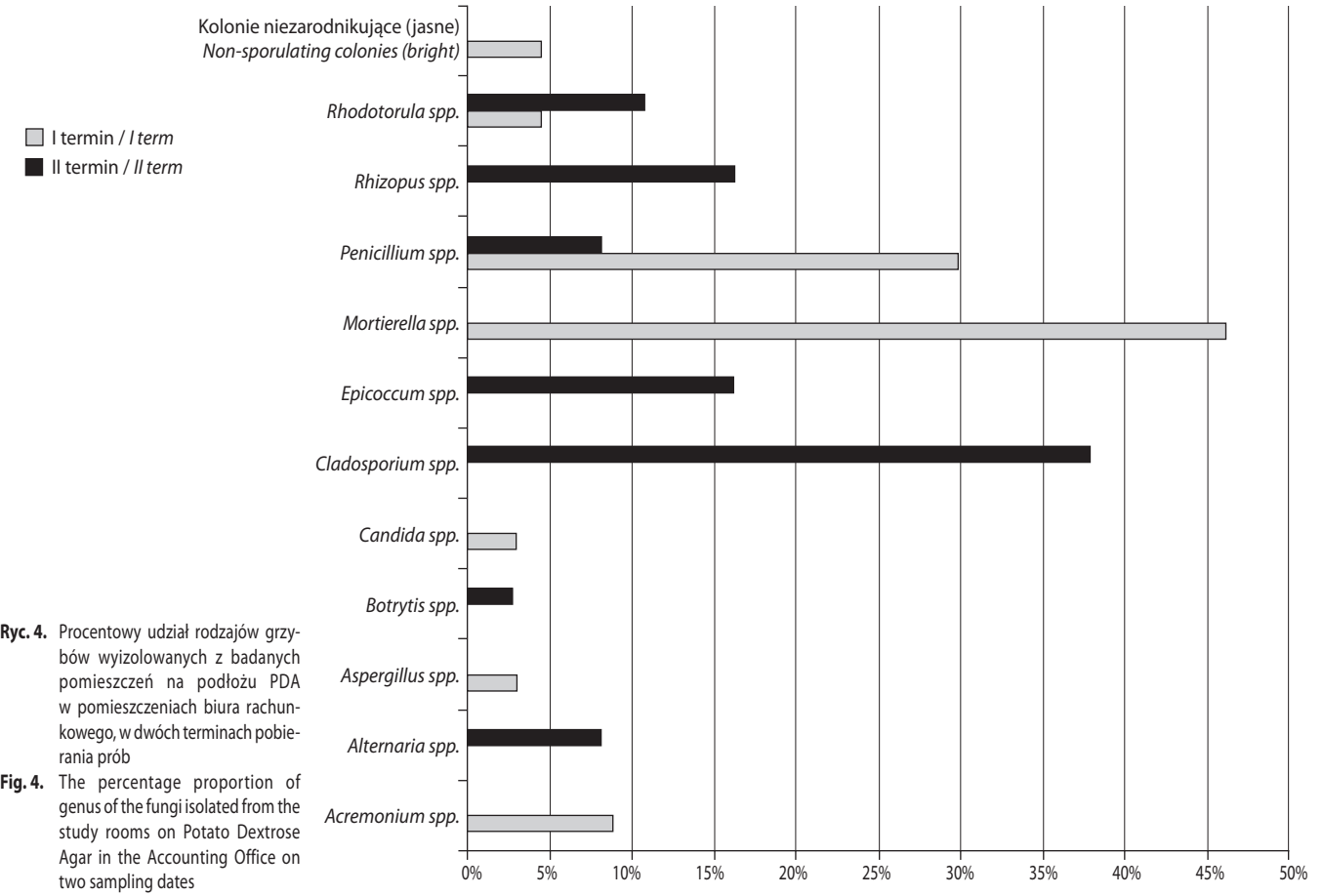


Tabela VII: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w pomieszczeniach wypożyczalni DVD

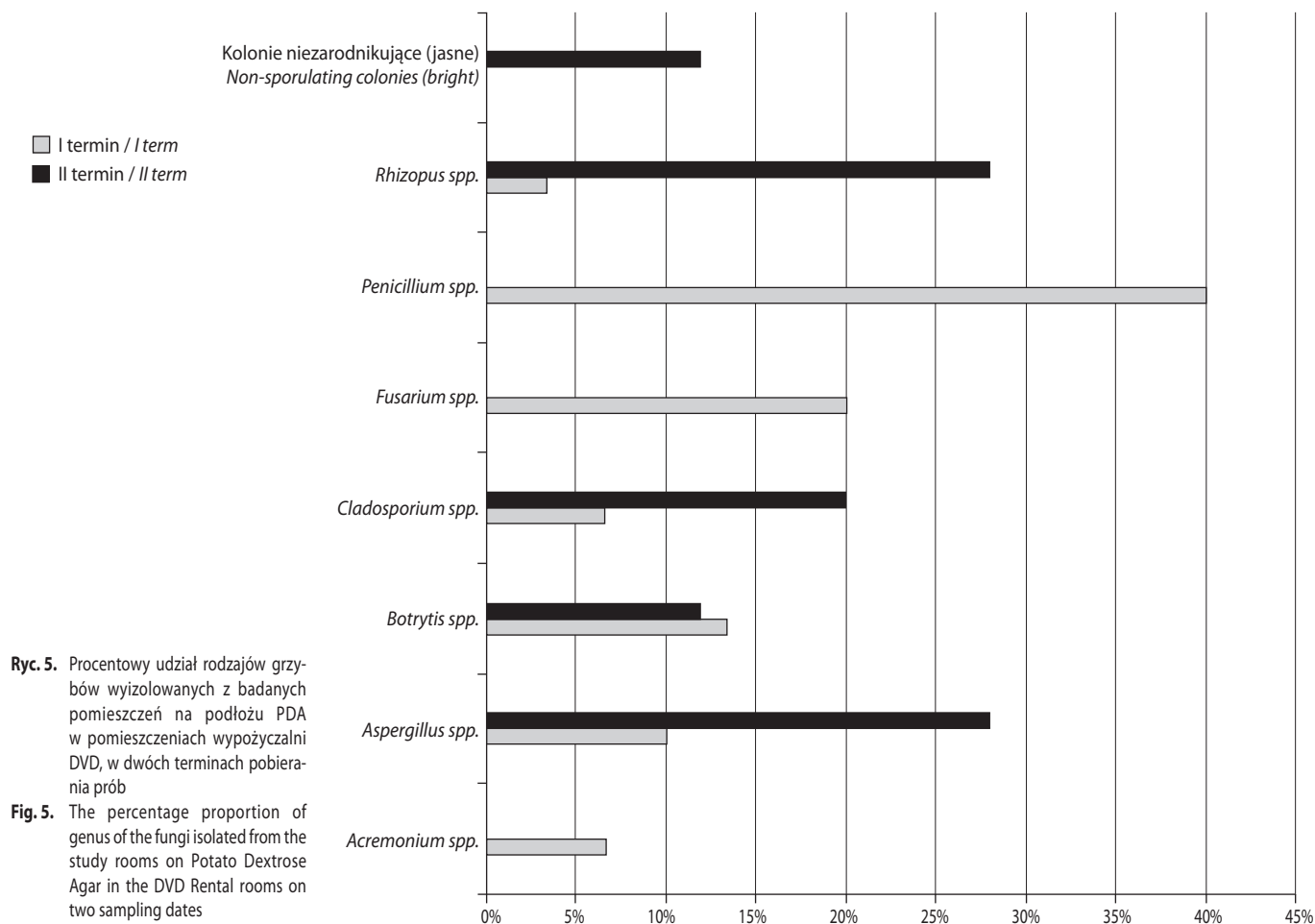
Table VII: Evaluation of air mycological pollution in the selected rooms on Potato Dextrose Agar in the DVD Rental rooms

Gatunek grzyba Fungus species	jtk/m ³ (jednostki tworzące kolonie/m ³) CFU/m ³ (colony forming unit/m ³)	
	Sala główna The main hall	
	I termin I term	II termin II term
<i>Acremonium strictum</i> Gams	2	–
<i>Aspergillus proliferans</i> G. Sm.	3	–
<i>Aspergillus clavatus</i> Desm.	–	3
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	–	4
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	4	3
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	2	5
<i>Fusarium culmorum</i> Soll.	6	–
<i>Penicillium chrysogenum</i> Westling	12	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill.	1	7
Kolonie niezarodnikujące (jasne) Non-sporulating colonies (bright)	–	3
Razem Total	30	25
	55	

Tabela VIII: Ocena zanieczyszczeń mikologicznych powietrza na podłożu PDA w pomieszczeniach sklepu spożywczego „Delikatesy”

Table VIII: Evaluation of air mycological pollution in the selected rooms on Potato Dextrose Agar in the Grocery shop „Delikatesy”

Gatunek grzyba Fungus species	jtk/m ³ (jednostki tworzące kolonie/m ³) CFU/m ³ (colony forming unit/m ³)	
	Sala główna The main hall	
	I termin I term	II termin II term
<i>Alternaria alternata</i> Keissl.	–	15
<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	11	–
<i>Candida albicans</i> Berkhout	–	8
<i>Cladosporium cladosporioides</i> de Vries	10	16
<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	–	28
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	–	18
<i>Fusarium culmorum</i> Sall.	–	8
<i>Mortierella pusilla</i> Oudem.	6	–
<i>Penicillium diversum</i> Raper i Fennel	–	11
<i>Penicillium notatum</i> Wstling	4	8
<i>Penicillium restrictum</i> Gilman	7	–
<i>Penicillium tardum</i> Thom	5	–
<i>Rhizopus stolonifer</i> Vuill.	–	7
<i>Rhodotorula rubra</i> Harrison	–	7
Razem Total	43	126
	169	



Ryc. 5. Procentowy udział rodzajów grzybów wyizolowanych z badanych pomieszczeń na podłożu PDA w pomieszczeniach wypożyczalni DVD, w dwóch terminach pobierania prób

Fig. 5. The percentage proportion of genus of the fungi isolated from the study rooms on Potato Dextrose Agar in the DVD Rental rooms on two sampling dates

grupy pierwszej, jak i grzyby z rodzajów: *Alternaria*, *Acremonium*, *Cladosporium* oraz *Penicillium* [29]. Gatunki grzybów wyizolowane z badanych pomieszczeń na poziomie, w jakim występowały, nie stwarzały zagrożenia dla zdrowia ludzi tam pracujących.

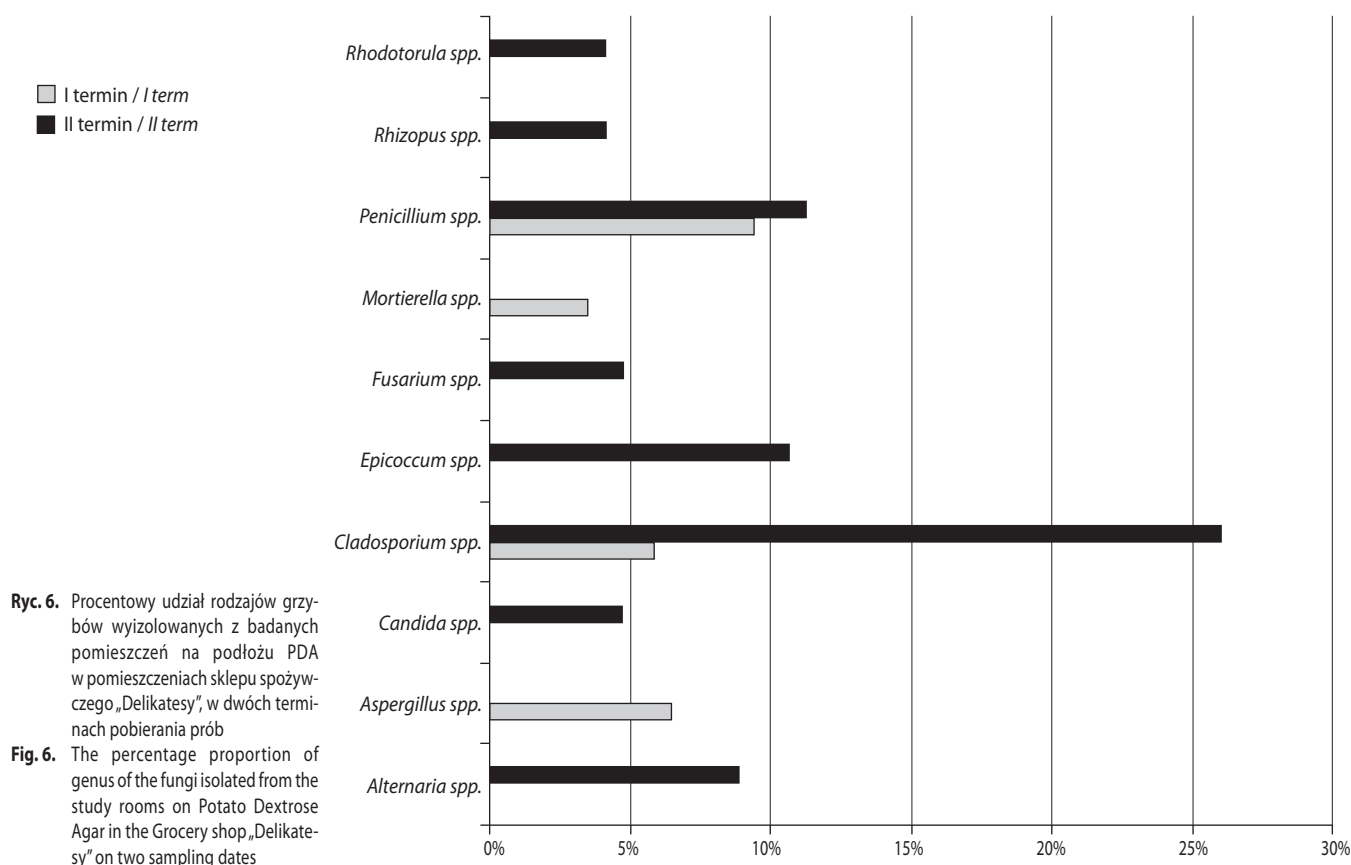
Charkowska [3] ponadto donosi, że zawarte w powietrzu zarodniki i strzępki grzybów zawierają nie tylko różnego rodzaju toksyny, ale również antybiotyki i halucynogeny, które są przyczyną wielu chorób. Wdychanie tych fragmentów może prowadzić do zaburzeń w działaniu układu immunologicznego, neurologicznego oraz do różnego rodzaju zatruc. W badanych pomieszczeniach występowały rodzaje grzybów, które mogą potencjalnie wytwarzać mikotoksyny, np. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*, ale ich liczba nie przekraczała norm dla pomieszczeń użytków publicznego.

Wnioski

1. Klimatyzacja może przyczyniać się do większego zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego zarodnikami i strzępkami grzybnymi grzybów strzępkowych.
2. Powietrze badanych pomieszczeń klimatyzowanych nie było silnie zanieczyszczone przez grzyby strzępkowe i drożdżakowe, dlatego czystość powietrza w tych pomieszczeniach można uznać za dobrą.
3. Typ użytkowy pomieszczenia, jego metraż, włączenie lub nie klimatyzacji oraz liczba osób przebywających w pomieszczeniu ma wpływ na jakość mikologiczną powietrza.

Piśmiennictwo

1. Miklaszewska B, Grajewski J. Patogenne i alergogenne grzyby pleśniowe w otoczeniu człowieka. *Alergeny*. 2005;2:45-50.
2. Zabiegała B. Związki organiczne, ich źródła emisji i wpływ na jakość powietrza wewnętrznego. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2007*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2007. p.359-371.
3. Charkowska A. Zanieczyszczenia w instalacjach klimatyzacyjnych i metody ich usuwania. *Wyd. IPPU MASTA*; 2003. p.1-60.
4. Miśkiewicz-Pęska E. Mikroorganizmy w osadach występujących w instalacjach wentylacyjno-klimatyzacyjnych. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2007*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2007. p.159-168.
5. Celanowicz E. Klimatyzacja – na zdrowie? *Żyjmy dłużej*. 2003;6:7-9.
6. Łebkowska M. Mikroorganizmy w materiałach filtracyjnych. *Chłodnictwo i klimatyzacja*. 2002;4:17-21.
7. Żykubek K. Bioareozole grzybowe w magazynach archiwalnych – zagrożenie dla ludzi i zasobu. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2007*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2007. p.255-278.
8. Macura AB. Diagnostyka grzybów część III. Diagnostyka dermatofitów. *Diagnostyka laboratoryjna*. 2009;1:11-13.
9. Soroka P. Narażenie zawodowe na mikotoksyny w różnych gałęziach przemysłu. *Medycyna Pracy*. 2009;59:333-345.
10. Jarvis BB, Miller JD. Mycotoxins as harmful indoor air contaminants. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2005;367-372.
11. Zyska B. Mikologiczne środowisko budynków mieszkalnych u gmachów użyteczności publicznej oraz pomieszczeń wybranych gałęzi przemysłu, ze szczególnym uwzględnieniem taksonomii grzybów. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2003*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2003. p.381-412.
12. Grajewski J. Zdrowotne aspekty oddziaływania grzybów pleśniowych i mikotoksyn. *Alergeny*. 2004;03/04:45-49.
13. De Lucca AJ. Harmful fungi in both Agriculture and Medicine. *Rev Iberoam Micol*. 2007;24:3-13.
14. Raper KB, Fennel D. *The genus Aspergillus*. Baltimore: The Williams and Wilkins Company; 1965. p.1-450.



15. Raper KB, Thom C. *A manual of Penicillia*. New York and London: Hefner Publishing Company; 1968, p.1-800.
16. Sutton BC. *Coleomyces*. Commonwealth Mycological Institute, KEW SURREY, England, 1980; p.1-400.
17. Nelson PE, Toussoun TA, Marasas WFO. *Monografia Fusarium Species*. An Illustrated Manual for Identification, The Pennsylvania State University; 1927. p.1-80.
18. Muszyński A, Czerwińska A, Chruślińska I. Ocena jakości powietrza wewnętrznego pod względem mikrobiologicznym w pomieszczeniach dydaktycznych Wydziału Inżynierii Środowiska PW. *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2005*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2005. p.141-150.
19. Ogórek R, Pląskowska E. Analiza mikologiczna powietrza wybranych pomieszczeń użytku publicznego. *Doniesienie wstępne*. Mikol Lek. 2011;18:24-29.
20. Rapiejko P. *Aerobiologia medyczna, Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2003*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2003. p.273-283.
21. Pląskowska E, Korol M, Ogórek R. *Fungi found in air-conditioned room. Part I*. Mikol Lek. 2011;18:178-186.
22. Price D. Mold colonization during use of a preservative-treated and untreated air filters, including HEPA filters from hospitals and commercial locations over an 8-year period (1996-2003). *J Ind Microbiol Biotechnol*. 2005;32:319-321.
23. Mędrła-Kuder E. Znaczenie wentylacji w rozprzestrzenianiu zarodników grzybów w powietrzu w sali ćwiczeń, *Problemy jakości powietrza wewnętrznego w Polsce 2007*. Warszawa: Wyd. Inst. Ogrzewnictwa i Wentylacji; 2007. p.145-157.
24. Ogórek R, Kalinowska K, Pląskowska E, i wsp. *Mycological air pollutions on different culture mediums in selected rooms of dermatology department. Part I*. Mikol Lek. 2011;18:30-38.
25. Ogórek R, Kalinowska K, Pląskowska E, i wsp. *Mycological air pollutions on different culture mediums in selected rooms of dermatology department. Part II*. Mikol Lek. 2011;18:79-86.
26. Krajewska-Kulak E, Gniadek A, Kantor A, i wsp. Analiza występowania patogenów grzybiczych w powietrzu oddziału opieki dermatologicznej. *Doniesienie wstępne*. Mikol Lek. 2010;17:21-29.
27. Adamski Z, Henke K, Zawirska A, Kubisiak-Rzepczyk H. *Grzybnice narządowe*. W: Baran E, red. *Mikologia – co nowego?* Wrocław: Cornetis; 2008. p.189-202.
28. Adamski Z, Henke K, Zawirska A, Kubisiak-Rzepczyk H. *Grzybnice błon śluzowych*. W: Baran E, red. *Mikologia – co nowego?* Wrocław: Cornetis; 2008. p.174-187.
29. Adamski Z, Henke K, Zawirska A, Kubisiak-Rzepczyk H. *Rola grzybów w etiopatogenezie chorób alergicznych*. W: Baran E, red. *Mikologia – co nowego?* Wrocław: Cornetis; 2008. p.30-42.

Praca wpłynęła do Redakcji: 2012.01.16.

Zaakceptowano do druku: 2012.02.28.